

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-071704

(43)Date of publication of application : 17.03.1998

(51)Int.Cl.

B41F 33/00

B41F 13/00

(21)Application number : 09-175757

(71)Applicant : ASEA BROWN BOVERI AG

(22)Date of filing : 01.07.1997

(72)Inventor : FLAMM HEINZ
FURRER FRANZ
GUETH REINHOLD

(30)Priority

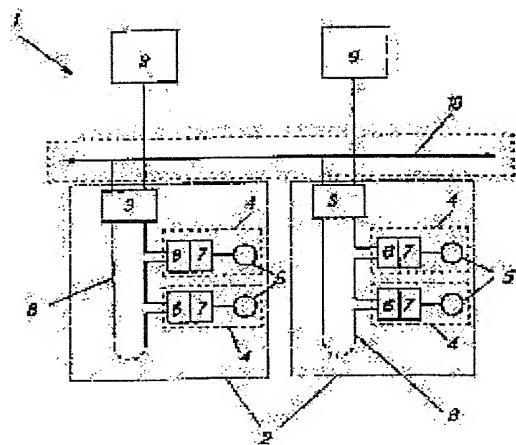
Priority number : 96 19626287 Priority date : 01.07.1996 Priority country : DE

(54) DRIVING SYSTEM OPERATING METHOD AND EQUIPMENT TO EMBODY THE METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve versatility by synchronizing the drive controller of a driving system group through a drive bus by a local synchronous clock and by equalizing synchronously the local synchronous clock with a global synchronous clock through a drive data network connecting drive control means.

SOLUTION: A driving system of a rotary printing press is equipped with a plurality of driver groups 2, where drivers 4 including motors 5 of every group 2 are controlled through electronic circuits 7 for electric power by drive controllers 6. The drive controllers 6 are connected to a common drive control means 3 connected to a higher-order control unit 9, all drive control means 3 are mutually connected through a drive data network 10. A global synchronous clock is sent by the drive data network 10, synchronizing the driver groups 2 correctly and equalizing the local synchronous clocks of every group 2 with global synchronous clocks by every drive control means 3.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-71704

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月17日

(51) Int.Cl.⁶

B 4 1 F 33/00

識別記号

庁内整理番号

F I

B 4 1 F 33/00

技術表示箇所

S

D

A

13/00

13/00

審査請求 未請求 請求項の数33 OL (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平9-175757

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月1日

(31) 優先権主張番号 1 9 6 2 6 2 8 7 : 9

(32) 優先日 1996年7月1日

(33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 390032296

アセア ブラウン ボヴェリ アクチエン
ゲゼルシャフト

ASEA BROWN BOVERI A
KTIENGESELLSCHAFT

スイス国 バーデン ハーゼルシュトラ
セ 16

(72) 発明者 ハインツ フラム

スイス ツェーハー5612 ヴィルメルゲン
ビュンデンシュトラセ 3

(74) 代理人 弁理士 中村 稔 (外6名)

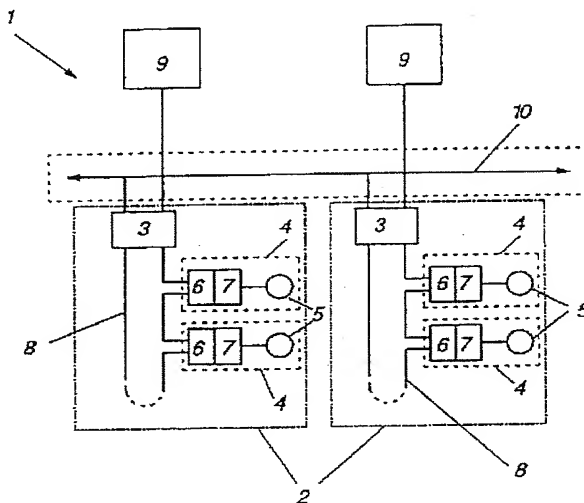
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 駆動システムを動作する方法及びこの方法を実施する装置

(57) 【要約】

【課題】 駆動システム及びこのようなシステムを動作する方法を提供する。

【解決手段】 駆動システムは、被制御駆動装置に対する複数の駆動コントローラを有する少なくとも2つの駆動装置グループを備えている。駆動装置グループのこれら駆動コントローラは、ローカル同期クロックにより駆動バスを経て同期され、ローカル同期クロックは、駆動制御手段を接続する駆動データネットワークを経てグローバルな同期クロックに等しくされる。グローバルな信号による駆動装置のプラント規模の同期は、駆動システムに実質上任意の数の駆動装置を設けられるようにする。所望値がグローバルな同期クロックに基づき駆動データネットワークを経て駆動制御手段間で好ましくは同様に同期状態で送信される結果として、所望値の送信中に時間的エラーは生じない。本発明は、好ましくは、ロータリ印刷機に使用される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも2つの駆動装置グループ(2)を含む駆動システム(1)を動作する方法であって、各駆動装置グループ(2)は、駆動制御手段(3)及び少なくとも1つの駆動装置(4)を備え、駆動装置は、少なくとも1つのモータ(5)及び駆動コントローラ(6)を備え、上記駆動グループの駆動コントローラは駆動バス(8)を経て互いに接続され、上記駆動制御手段(3)は、上位の制御ユニット(9)に接続され、上記駆動グループ(2)の駆動制御手段(3)は、専用の駆動データネットワーク(10)を経て互いに接続され、駆動グループ(2)の駆動コントローラ(6)は、同期クロック(T_c)により同期され、この同期クロックは、ローカルのもので、特に駆動制御手段(3)において発生されそして駆動バス(8)を経て送信され、上記方法は、

(a) 上記ローカル同期クロック(T_c)を上記駆動データネットワーク(10)を経てグローバル同期クロック(T_g)と等しくし、

(b) 上記駆動装置グループに意図された所望値データ($S_1 \dots S_N$)を上記グローバル同期クロック(T_g)に基づいて上記駆動装置グループ(2)の駆動制御手段(3)間に送信し、

(c) 上記駆動データネットワーク(10)を経て送信される所望値データ($S_1 \dots S_N$)は、マスターシャフト及び/又はスレーブシャフトの所望値を含み、

(d) 上記マスターシャフト及び/又はスレーブシャフトの所望値は、時間的に一貫して計算され及び/又は駆動データネットワーク(10)を経て送信されることを特徴とする方法。

【請求項2】 上記駆動データネットワーク(10)を経て送信される所望値データ($S_1 \dots S_N$)は、マスターシャフト、特に、仮想マスターシャフトに対する位置情報を含む請求項1に記載の方法。

【請求項3】 上記駆動グループ(2)の所望値($S_1 \dots S_N$)は、上記駆動制御手段(3)において1つ以上の仮想マスターシャフトの位置の値に基づいて計算される請求項1に記載の方法。

【請求項4】 上記グローバル同期クロック(T_g)を形成するように複数の駆動制御手段(3)が設けられ、そして上記グローバル同期クロック(T_g)を予め定めるためにどの駆動制御手段が許されるかを優先順位リストにより決定する請求項1ないし3のいずれかに記載の方法。

【請求項5】 種々の駆動制御手段(3)により特定の時間周期に対して次々にグローバル同期クロック(T_g)が発生するように上記優先順位リストを繰り返し通る請求項4に記載の方法。

【請求項6】 グローバル同期クロック(T_g)の発生に適した同期クロック発生器(11)が駆動データネットワークに組み込まれた請求項1ないし3のいずれかに記載

の方法。

【請求項7】 グローバル同期クロック(T_g)は、メインクロック(T_{m1})と、少なくとも1つの二次的クロック(T_{m2})とに細分化される請求項1ないし6のいずれかに記載の方法。

【請求項8】 所望値データ($S_1 \dots S_N$)は、固定の時間窓において送信される請求項1ないし7のいずれかに記載の方法。

【請求項9】 仮想マスターシャフトの位置の値は、上記予め定められた速度所望値を積分することにより計算される請求項3に記載の方法。

【請求項10】 上記所望値データ($S_1 \dots S_N$)は、駆動データネットワーク(10)及び駆動バス(8)を経て同期状態で繰り返し送信され、上記所望値は、駆動制御手段(3)において同期状態で繰り返し計算され、そして上記駆動装置(4)は、同期状態で繰り返し制御される請求項1に記載の方法。

【請求項11】 メインマスターシャフト及びマスターシャフトのハイアラキが形成され、1つ以上のマスターシャフトの所望値データが1つ以上のメインマスターシャフトの所望値データから計算されるようにする請求項1に記載の方法。

【請求項12】 ある時点に複数のマスターシャフト及び/又はメインマスターシャフトが形成される請求項1及び11に記載の方法。

【請求項13】 融通性のある生産グループが、マスターシャフトに対する駆動装置(4)の可変指定によって形成される請求項1に記載の方法。

【請求項14】 少なくとも1つの駆動制御手段(3)は、グローバル同期クロック(T_g)を形成するための同期クロック発生器(11)を備えた請求項1に記載の方法を実施する装置。

【請求項15】 駆動データネットワーク(10)は、リング状又はバス状構造を有する請求項14に記載の装置。

【請求項16】 駆動データネットワーク(10)は、第1及び第2の部分ネットワーク(12, 13)を備え、グローバル同期クロック(T_g)は、第1の部分ネットワーク(12)を経て送信され、そして所望値データ($S_1 \dots S_N$)は、第2の部分ネットワーク(13)を経て送信される請求項15に記載の装置。

【請求項17】 駆動データネットワークは、第1及び第2の部分ネットワーク(12, 13)を備え、グローバル同期クロック発生器(11)は、第1の部分ネットワーク(12)に組み込まれ、上記発生器からデータラインが星型形態で駆動装置グループの駆動制御手段へ延び、そして第2の部分ネットワーク(13)は、全ての駆動制御手段(3)を接続し、リング状又はバス状形態を有する請求項15に記載の装置。

【請求項18】 駆動データネットワークは冗長に設計される請求項16又は17に記載の装置。

10

20

30

40

50

【請求項19】 少なくとも2つの駆動装置グループ(2)を備えた駆動システム(1)であって、各駆動装置グループ(2)は、駆動制御手段(3)及び少なくとも1つの駆動装置(4)を備え、該駆動装置は、少なくとも1つのモータ(5)及び駆動コントローラ(6)を備え、上記駆動グループの駆動コントローラは駆動バス(8)を経て互いに接続され、上記駆動制御手段(3)は、上位制御ユニット(9)に接続され、上記駆動グループ(2)の駆動制御手段(3)は、専用の駆動データネットワーク(10)を経て互いに接続され、駆動グループ(2)の駆動コントローラ(6)は、同期クロック(T_c)により同期され、この同期クロックは、ローカルのもので、特に駆動制御手段(3)において発生されて、駆動バス(8)を経て送信されるような駆動システムにおいて、

(a) 上記ローカルの同期クロック(T_c)は上記駆動データネットワーク(10)を経てグローバルな同期クロック(T_g)と等しくされ、

(b) 上記駆動装置グループに意図された所望値データ($S_1 \dots S_N$)は、上記グローバルな同期クロック(T_g)に基づいて、上記駆動装置グループ(2)の駆動制御手段(3)間に送信され、

(c) 上記駆動データネットワーク(10)を経て送信される所望値データ($S_1 \dots S_N$)は、マスターシャフト及び/又はスレーブシャフトの所望値を含み、

(d) 上記マスターシャフト及び/又はスレーブシャフトの所望値は、時間的に一貫して計算され及び/又は駆動データネットワーク(10)を経て送信されることを特徴とする駆動システム。

【請求項20】 駆動データネットワーク(10)を経て送信される所望値データ($S_1 \dots S_N$)は、マスターシャフト、特に仮想マスターシャフトに関する情報を含む請求項19に記載の駆動システム。

【請求項21】 駆動グループ(2)の所望値($S_1 \dots S_N$)は、駆動制御手段(3)において1つ以上の仮想マスターシャフトの位置の値に基づいて計算される請求項19に記載の駆動システム。

【請求項22】 上記グローバルな同期クロック(T_g)を形成するように複数の駆動制御手段(3)が設けられ、そして上記グローバルな同期クロック(T_g)を予め定めるためにどの駆動制御手段が許されるかを優先順位リストにより決定する請求項19ないし21のいずれかに記載の駆動システム。

【請求項23】 種々の駆動制御手段(3)により特定の時間周期に対して次々にグローバルな同期クロック(T_g)が発生するように上記優先順位リストを繰り返し通る請求項22に記載の駆動システム。

【請求項24】 グローバルな同期クロック(T_g)の発生に適した同期クロック発生器(11)が駆動データネットワークに組み込まれた請求項19ないし21のいずれかに記載の駆動システム。

【請求項25】 上記グローバルな同期クロック(T_g)は、メインクロック(T_m)と、少なくとも1つの二次的クロック($T_{m'}$)とに細分化される請求項19ないし24のいずれかに記載の駆動システム。

【請求項26】 所望値データ($S_1 \dots S_N$)は、固定の時間窓において送信される請求項19ないし25のいずれかに記載の駆動システム。

【請求項27】 仮想マスターシャフトの位置の値は、上記予め定められた速度所望値を積分することにより計算される請求項21に記載の駆動システム。

【請求項28】 上記所望値データ($S_1 \dots S_N$)は、駆動データネットワーク(10)及び駆動バス(8)を経て同期状態で繰り返し送信され、上記所望値は、駆動制御手段(3)において同期状態で繰り返し計算され、そして上記駆動装置(4)は、同期状態で繰り返し制御される請求項19に記載の駆動システム。

【請求項29】 メインマスターシャフト及びマスターシャフトのハイアラキが形成され、1つ以上のマスターシャフトの所望値データが1つ以上のメインマスターシャフトの所望値データから計算されるようにする請求項19に記載の駆動システム。

【請求項30】 ある時点で複数のマスターシャフト及び/又はメインマスターシャフトが形成される請求項19及び29に記載の駆動システム。

【請求項31】 融通性のある生産グループが、マスターシャフトに対する駆動装置(4)の可変指定によって形成される請求項19に記載の駆動システム。

【請求項32】 多数のシリンダをもつ駆動システムを備えたロータリ印刷機において、駆動システムが請求項1ないし18のいずれかに記載したように動作されることを特徴とするロータリ印刷機。

【請求項33】 多数のシリンダをもつ駆動システムを備えたロータリ印刷機において、駆動システムが請求項19ないし31のいずれかに記載したように構成されることを特徴とするロータリ印刷機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電気駆動技術に係る。これは、請求項1の前文に記載の駆動システムを動作する方法に基づく。更に、本発明は、この方法を実施する装置に係る。

【0002】 本発明の応用分野は、例えば、工作機械及びロータリ印刷機である。好ましい用途は、非常に多数の個々に駆動される印刷シリンダを有すると共に、融通性のある生産容量を備えた新聞印刷用のロータリ印刷機である。

【0003】

【従来の技術】 1996年5月21日及び22日、「I f r a」セミナーにおいて、ジュハカ・ンカイネン、ハネウエルオイ、バルカウス、フィンランドによって提示

された論文のテキストから一般的形式の方法及び装置が知られている。この提示されたシャフトレス駆動システムにおいては、複数の駆動グループが設けられ、各駆動グループは、駆動制御手段及び少なくとも1つの駆動装置を備えている。駆動装置は、その一部分として、駆動コントローラ及び少なくとも1つのモータを備えている。駆動コントローラは、駆動バス（上記文献では、「垂直SERCOSリング」と称される）を経て互いに接続される。駆動制御手段（「プロセスステーション」と称する）は、専用駆動データネットワークを経てリングの形態で接続される。駆動制御手段は、上位の制御ユニットに接続される。SERCOS規格によれば、駆動装置は、ローカル同期クロックを経て同期される。

【0004】ロータリ印刷機の形態のシャフトレス駆動システムに対する更に別の概念が、ドイツ公開公報DE 4 214 394 A1に開示されている。この文献に開示されたロータリ印刷機は、個々に駆動される印刷点グループの形態の少なくとも2つの駆動グループを備えた駆動システムを構成する。駆動グループは、駆動制御手段と、少なくとも1つの駆動装置とを有し、駆動装置は、モータと駆動コントローラとで構成される。駆動グループは、それらの位置基準（マスターシャフト）を折り装置から直接受け取る。駆動グループの駆動コントローラは、同様に駆動バスを経て接続される。駆動制御手段は、データバスを経て互いに接続されると共に、オペレーション及びデータ処理ユニットに接続される。所望の値を前もって定義しそして印刷点グループを管理することは、このデータバスを経て行われる。

【0005】このような駆動システムの駆動コントローラは、被駆動シャフトのトルク制御か、速度制御（回転速度制御）か又は位置制御（角度位置制御）を行うことができる。例えば、工作機械及び印刷機の駆動システムの場合のように、角度同期の要求が高い場合には、位置コントローラ（角度位置コントローラ）が使用されるのが好ましい。

【0006】デジタル駆動コントローラは、高速デジタル信号プロセッサが設けられるのが好ましい。このような高速デジタル駆動コントローラは、位置制御の場合には、非常に短い計算時間、好ましくは250μs以下のサイクルタイムで1つの制御サイクルを実行することができる。

【0007】このような駆動システムでは、好ましくは3相モータが使用される。駆動電力は、好ましくは周波数コンバータ機能を有する電力用電子回路を経て個々のモータに供給される。電力用電子回路は、デジタル駆動コントローラによって駆動される。

【0008】個々の駆動装置には、高精度の実値送信器、好ましくは、オプトエレクトロニック位置送信器が設けられる。このような既知の高精度の実値送信器の信号分解能は、1回転（360°）当たり1,000,

000ポイント以上の範囲である。既知の実値送信器の実際に有用な測定精度は、1回転（360°）当たり100,000ポイント以上の範囲である。

【0009】個々の駆動装置の実値送信器は、モータシャフトに取り付けることが多い。しかしながら、モータにより駆動される負荷に実値送信器が取り付けられる構成も知られている。例えば、印刷機の場合には、高分解能の位置送信器を被駆動印刷シリンダのトルク自由端に取り付けるのが効果的である。

【0010】複数の位置制御される個々の駆動装置の高精度同期に対する決定的なファクタは、共通のクロックにより駆動装置を正確に同期することと、所定のクロックフレームにおいて位置の所望値を駆動装置に繰り返し供給することである。

【0011】共通のクロックは、個々の駆動コントローラがそれらの位置制御機能を時間的に厳密に同期して（同時に）実行しそしてその際に所定の位置所望値を時間的に一貫したやり方で（同時に）評価するように確保する。

【0012】多数の個々の駆動装置に共通の同期クロックが供給されると共に、所望値のデータが中央駆動制御手段から高速駆動バスを経て供給されるような駆動システムが知られている。

【0013】データ転送は、SERCOS規格の条項に基づいて行われるのが好ましい。SERCOS規格は、多数の駆動装置製造者により合意されたデータインターフェイスで、駆動グループの駆動装置に対する同期及び所望値送信をサポートするものである。

【0014】SERCOS規格については、「SERCOSインターフェイスをもつ製品の簡単な概要(Brief overview of products with a SERCOS interface)」、第2版、1995年10月、Fordergemeinschaft SERCOS inetrface e.V. Im Muhlefeld 28, D-53123 ;又は「数値制御機械における制御手段と駆動装置との間の通信用のデジタルインターフェイスであるSERCOSインターフェイス(SERCOS interface, digital interface for communication between control means and drives in numerically controlled machines)」、アップデート9/91、Fordergemeinschaft SERCOS inetrface e.V. Pelzstrasse 5, D-5305 Alfter/Bonnを参照されたい。

【0015】この場合に、駆動バスは、リング状のガラスファイバ接続体として実施されるのが好ましい。データ送信は、この場合に、中央のメインステーション（バスマスター）により制御されそして整合される。リング状のデータラインに接続された個々の駆動装置は、データ送信におけるサブステーション、即ちスレーブである。個々の駆動装置は、中央の駆動制御手段から駆動バスを経て共通の同期クロック及びそれらの所望値データを受け取る。中央の駆動制御手段は、共通の同期クロックを発生し、そして駆動グループの個々の駆動装置の所

10

20

30

40

50

望値を計算する。駆動制御手段は、この場合に、各々の場合に、短いサイクル時間に、個々の駆動コントローラの新たな所望値を供給する。共通の同期クロックの送信と、駆動グループの個々の駆動装置の所望値の計算及び送信とに対する好ましいクロック時間は、SERCOS規格では $62\mu\text{s}$ 、 $125\mu\text{s}$ 、 $250\mu\text{s}$ 、 $500\mu\text{s}$ 、 1ms 、 2ms 、 3ms 、 \dots 、 63ms 、 64ms 又は 65ms である。

【0016】この形式の駆動システムを使用して、駆動グループの駆動装置間に非常に高い同期精度を実現することができる。機械的な同期シャフト及び機械的なギア伝達装置は、個々の駆動装置の電子的に同期されたグループと置き換えられる。従って、個々の駆動装置の電子的同期を伴うこの形式の駆動システムは、電子的同期シャフト及び電子的ギア伝達の機能を果たすことができる。

【0017】この形式の駆動システムを用いると、例えば、個々に駆動される印刷シリンダをもつロータリ印刷機を機械的な同期シャフトなしに実現できる（例えば、上記の公開公報及び論文テキストを参照されたい）。

【0018】個々に駆動される印刷シリンダを有する多色印刷のためのロータリ印刷機は、個々の駆動装置の角度同期に特に高い要求を課する。4色印刷の場合には、 $10\mu\text{m}$ 程度の個々の印刷シリンダの同期精度がしばしば要求される。例えば、印刷シリンダの周囲が 1m の場合、これは、シリンダの回転(360°)当たり $100,000$ ポイント以上の精度で位置測定及び位置制御を行わねばならないことを意味する。印刷速度（ペーパー速度）が 10m/s 以上の場合には、これは、更に、1つのペーパーウェブを印刷するシリンダの個々の駆動装置間の時間同期エラー（時間＝距離／速度＝ $10\mu\text{m}/10\text{m/s}=1\mu\text{s}$ の式に基づく）が $1\mu\text{s}$ 未満でなければならないことを意味する。

【0019】これは、個々の駆動コントローラが、それらの位置制御の間に、 $1\mu\text{s}$ 以上の時間精度で駆動バスを経て同期されねばならないことを意味する。

【0020】上記の駆動システムを使用し、そしてSERCOSインターフェイス協約に基づいてリング状のガラスファイバ接続を経て個々の駆動装置へ所望値を供給する場合に、これらの要求は、限定された数の個々の駆動装置を有する駆動グループのみに対して達成することができる。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、中央の共通の装置、駆動制御手段及び駆動バスがあるために、駆動グループにおける駆動装置の数の増加と共に否定的な作用を増大する特定の障害及び欠点が存在する。最も重大な制約及び欠点は、次の通りである。

【0022】駆動装置の数が増加するにつれて、一般に、データラインの同期エラーも増加する。例えば、デ

ータ送信機能を伴うリング状のガラスファイバ接続の場合に、SERCOSインターフェイス協約によれば、同期エラーの増大について次のことが言える。ガラスファイバリングに接続された各駆動コントローラの場合に、時間とは個別の信号サンプリングが例えば 30ns の特定のサンプリング周期で行われる。従って、時間とは個別のサンプリングの結果として受信器に再現される2進信号は、せいぜいサンプリング周期の、例えば 30ns のジッタを生じるだけである（時間軸において、送信器の元の信号に対し）。従って、各関連装置即ち駆動装置においては、それ自体ジッタとして認知し得る時間サンプリングエラーが生じる（時間ジッタ）。このサンプリングエラー（ジッタ）は、共通同期クロックとも称する。それ故、サンプリングエラーは、それ自体同期エラーとして現れる。サンプリングされた信号は、個々の駆動装置に使用され、そして信号の適切な再生に従い、ガラスファイバリング内の各次の駆動コントローラへ送られる。ガラスファイバリングにおける駆動装置の数に基づいて、個々の関連装置の同期エラー（ジッタ）が全エラーに加えられる。例えば、ガラスファイバリングに33個の駆動装置があつて、その各々が 30ns のサンプリングエラーを有する場合には、約 $1\mu\text{s}$ の全同期エラーを生じることになる。

【0023】リング内の駆動装置の数が増加するにつれて、データ送信に必要なサイクル時間も増加する。例えば、駆動装置当たり $250\mu\text{s}$ のデータ送信時間が必要とされ、リングに32個の駆動装置が接続された場合には、データ送信のためのサイクル時間が少なくとも 8ms でなければならないことを意味する。送信サイクルのサイクル時間の増加は、個々の同期クロック間の時間インターバルも長いことを意味し、この例では、 8ms である。リングの次々の同期クロック間では、個々の駆動装置のローカルクロック発生器が自走し、そして使用するクリスタルの不正確さに応じて、互いに若干ふらつく（ドリフトする）。

【0024】駆動装置のローカルクロック発生器に、例えば、 100ppm （パーツ・パー・ミリオン）の精度のクリスタルが設けられた場合に、このクロック発生器は、その不正確さのために、 8ms 後に $(\pm)0.8\mu\text{s}$ の時間偏差をもつことになる。2つのローカルクロック発生器の不正確さにより2つの任意の駆動装置間に生じる時間偏差は、2つのクロック発生器の不正確さの和、例えば、 $(2 \times 0.8\mu\text{s}) = 1.6\mu\text{s}$ となる。

【0025】リングの2つの次々の同期クロック間に生じる個々の駆動装置のローカルクロック発生器のふらつき（ドリフト）は、それ自体、付加的な同期エラーとして現れる。というのは、個々の駆動コントローラが、例えば、 8ms の1つのデータ送信サイクル中に多数の制御サイクルを実行するからである。

【0026】駆動装置の制御サイクルが例えば 250μ

10

20

30

40

50

sでありそしてリングにおけるデータ送信サイクルが例えば8msの場合には、駆動装置は、1つのデータ送信サイクル中に32個の制御プロセスを実行する。この場合に、第1の制御プロセスのみがリングの同期クロックに厳密に同期される。その後の31個の補間制御プロセスの場合には、駆動装置のローカルクロック発生器を介して時間制御が行われる。個々の駆動装置のローカルクロック発生器の不正確さは、それ自体、補間制御プロセスの付加的な同期エラーとして現れる。

【0027】それ故、リングにおける駆動装置の数の増加に伴い、データ送信のサイクル時間が増加し、ひいては、次々の同期クロックの時間インターバルが増加し、そして次々の同期クロックの時間インターバルの増加に伴い、個々の駆動装置のローカルクロック発生器（クリスタル）のふらつき（ドリフト）が増加する。従って、同期エラーが増加し、位置制御の精度がもはや所要の値を達成しなくなる。

【0028】高速駆動バスに接続された駆動コントローラは、共通の同期クロックを得るだけでなく、データ送信中のマスターでもある中央駆動制御手段から所望のデータ値も得る。駆動装置の数が増加するにつれて、所望値の計算及び所望値の送信に必要な時間が増加する。駆動装置の数が増加するに伴い、所望値の計算が繰り返される結果として中央駆動制御手段の負荷が増加する。中央の駆動手段は、接続された駆動装置に新たな個々の所望の値と共通の同期クロックとを供給する。所望値の計算及び共通の同期クロックのサイクル時間は、1ms程度の大きさであるのが好ましい。

【0029】接続される駆動装置の数が増加するにつれて、中央の駆動制御手段における所望値の計算の所要時間が増加する。例えば、1つの駆動装置の所望値に対して250μsの計算時間が与えられ、そして32個の駆動装置が接続される場合は、駆動制御手段の所望値の計算のサイクル時間が少なくとも8msでなければならない。これは、中央駆動制御手段に膨大な計算負荷を課し、その一部分として、接続される駆動装置の数を更に制限する。

【0030】駆動装置の数の増加に伴い、中央駆動制御手段又は駆動バスにおける個々のエラーの作用が増加する。

【0031】SERCOS規格に基づくリング状ガラスファイバ接続は、冗長に設計されておらず、そしてデータ送信において同時にマスターでもある駆動制御手段も、冗長に設計されていない。従って、中央駆動制御手段にエラーが生じるか又は駆動バスにエラーが生じる場合には、接続された駆動装置が全て欠陥となる。

【0032】工業用生産プラントにおいては、厳密に制限された環境に対する個々のエラーの影響を抑制することがしばしば要求される。電子装置の個々のエラーは、特定の機能ユニットの欠陥を招くが、生産プラント全体

の欠陥を招くことはない。

【0033】印刷機の構造においては、例えば、駆動電子装置の個々のエラーが、1つの機能ユニット、例えば、8個の印刷シリンダを有する1つの印刷ユニットの欠陥を招くことは、大抵は許容される。しかし、駆動制御手段又は駆動バスのエラーが全生産プラント、例えば、新聞印刷機全体の欠陥を招くことは許されない。

【0034】それ故、駆動バス又は駆動制御手段の欠陥が、工業用プラントの1つの個々の機能ユニット、例えば、新聞印刷機の1つの印刷ユニットにしか影響しないように、駆動制御手段及び駆動バスに接続されるべき駆動装置の数を、好ましくは、使用可能なグループについて特定の数に制限しなければならない。

【0035】中央駆動制御手段及び駆動バスを有し、正確な同期状態で動作されるべき全ての駆動装置が接続された集中駆動システムは、大型の技術プラントにおける通常の構造、機能的な分配及びモジュールフォーメーションに対応しないことがしばしばある。

【0036】工業用プラントは、多数の機能的ユニットをしばしば内蔵しており、これらのユニットは、各々の場合に、全ての関連する機械的及び電気的機能を含む。

【0037】それ故、制御システム及び駆動システムは、工業用プラントの機能的ユニットに基づいて構成され、関連されそして分配されるのが好ましい。これは、内蔵の機能的ユニットを簡単に且つ互いに独立してテストしそして命令できるようにする。このように境界が定められた機能的ユニット間のインターフェイスは、簡単で且つ理解が容易なものである。

【0038】制御及び駆動システムの技術的プラントに適用することのできる分散型の分布構造の利点は、特に、システム構造が明確で、理解が容易で、良好にテストを行うことができ、そしてエラーの影響の範囲が厳密に定められたことにより得られる。これらの利点は、しばしば、低い製造コスト、運転コスト及びメンテナンスコストをもたらす。

【0039】例えば、新聞印刷機の場合には、印刷ユニット、折り装置及びリールキャリアが、好ましくは、内蔵の機能的ユニットとして設計され、そして各々の場合に、専用のローカル制御手段及び専用のローカル駆動システムが設けられる。

【0040】中央駆動制御手段を有する集中型駆動システムは、内蔵型機能的ユニット及び簡単で明瞭なインターフェイスを有する技術的プラントの実施にとって著しい障害となる。

【0041】中央駆動制御手段の著しい欠点は、全ての所望値データが中央駆動制御手段を経て個々の駆動装置に導かれねばならないことである。機能的ユニットのローカル制御手段は、機能的ユニットのローカル駆動制御手段と直接通信することができない。というのは、機能的ユニットの分散型ローカル駆動制御手段がないからで

ある。

【0042】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明の目的は、駆動システムを動作する方法であって、駆動装置又は駆動装置グループの数に関連した制約を許容しなくてもよい新規な方法を提供することである。更に、特にロータリ印刷機に必要とされる高精度要求を満足しなければならず、そして駆動装置グループ及び駆動装置から融通性のある機能的ユニットを形成できねばならない。

【0043】最初に述べた形式の駆動システムを動作する方法の場合に、この目的は、請求項1の特徴部分によって達成される。

【0044】本発明の核心は、駆動装置グループの駆動コントローラがローカル同期クロックにより駆動バスを経て同期され、そしてローカル同期クロックが、駆動制御手段を接続する駆動データネットワークを経てグローバルな同期クロックに周期的に等しくされることである。グローバルな信号による駆動装置のプラント規模の同期は、駆動システムに実質上任意の数の駆動装置を設けることができるようにする。

【0045】グローバルな同期クロックに基づいて駆動データネットワークを経て駆動制御手段の間で所望値が好ましくは同様に同期して送信されることにより、所望値の送信中に時間的エラーが発生しないことになる。所望値の計算、特に駆動装置の位置所望値の計算は、駆動制御手段において仮想マスターシャフトの位置所望値に基づいて行われる場合には、非常に簡単になる。仮想マスターシャフトの位置所望値は、駆動データネットワークを経て送信され、そして駆動制御手段は、そこから、関連駆動装置の位置所望値を計算する。

【0046】グローバルな同期クロックを形成するために各駆動制御手段が設けられ、そしてどの駆動制御手段がグローバルな同期クロックを予め定めるかを優先順位リストにより決定することにより、駆動システムの構造の特に高い利用性が達成される。更に、この優先順位リストは、繰り返し作用することができ、全ての駆動制御手段により特定の時間インターバル中にグローバルな同期クロックが次々に発生される。

【0047】データ送信サイクル中にローカルクロック発生器の不正確さにより個々の駆動制御手段が時間的に離れるようにドリフトするのを回避するために、いずれの場合にも、付加的な二次クロックによりグローバルな同期クロックを細分化するのが適当である。

【0048】所望値は、対応する駆動制御手段に指定された時間窓において効果的に送信される。本発明の方法を実施するために、駆動制御手段にはグローバルな同期クロックのための同期クロック発生器が設けられる。更に、駆動データネットワークは、第1及び第2の部分ネットワークで構成することができ、グローバルな同期クロックは、第1の部分ネットワークを経て送信され、そ

して所望値は、第2の部分ネットワークを経て送信される。

【0049】駆動データネットワークを構成するために、リング状構造体又はバス構造体を選択される。更に、同期クロック発生器を設けて、そこからデータラインを星型形態で駆動制御手段へ導くことができる。本発明の効果は、グローバルな同期クロック及び同期所望値データ送信により駆動装置グループのローカル同期クロックを包括的に同期することにより、駆動装置グループの非常に正確な同期が達成される。

【0050】更に別の効果は、分散型構造体の高い利用性及び融通性にある。本発明による方法及び本発明による装置は、ロータリ印刷機に使用するのが好ましい。

【0051】

【発明の実施の形態】本発明及びその付随的な効果は、添付図面を参照した好ましい実施形態の以下の詳細な説明より容易に明らかとなろう。多数の図面にわたり同じ又は対応する部分が同じ参照番号で示された添付図面を参照すれば、図1は、本発明による駆動システム1のブロック図である。駆動装置グループが2で示されている。駆動装置グループは、駆動制御手段3及び少なくとも1つの駆動装置4を含む。駆動装置4は、その一部として、少なくとも1つのモータ5を備え、これは、駆動コントローラ6により、中間に接続された電力用電子回路7を経て駆動される。モータ5は、例えば、ロータリ印刷機の印刷及び背圧シリンダである。駆動装置グループ2の駆動コントローラ6は、駆動バス8を経て互いに且つ駆動制御手段3に接続される。この駆動制御手段は、高次の制御ユニット9にも接続される。本発明のフレームワーク内では、駆動制御手段が専用の駆動データネットワーク10を経て接続される。

【0052】駆動装置データネットワークは、駆動システムの同期及びデータ送信の骨格を形成する。これは、駆動装置グループ間で包括的な同期及び同期所望値データ送信を確保するという点で、種々の駆動グループに属する駆動装置の正確な同期を可能にする。これは、駆動データネットワークを経てグローバルな同期クロックを送信して、駆動装置グループを正確に同期することにより、達成される。個々の駆動装置グループの駆動制御手段は、個々の駆動装置グループのローカル同期クロックを高い精度でグローバルな同期クロックに等しくする。従って、個々の駆動バスのローカル同期クロックは、駆動データネットワークの上位のグローバルな同期クロックと高い精度で同期される。

【0053】このようにして、全駆動システムのためのシステム規模の同期クロックが設けられ、これが、全ての駆動装置グループの全ての個々の駆動装置へローカル駆動バスを経て送信される。従って、全駆動システムの全ての個々の駆動装置が正確に同期される。

【0054】全ての駆動装置を同期して動作するため

に、個々の駆動装置には、所望値データも同期して（同時に）供給されねばならない。これは、位置の所望値の好ましい場合に特に言えることである。駆動装置の同期についての高度な要求は、所望値のデータ送信の同期についても対応的に高度な要求を課する。駆動装置が共通のクロックにより互いに同期されるが、所望値データ、特に位置の所望値の供給がクロックと整合されずに行われるのでは、充分とは言えない。というのは、所望値データの送信時間又は付与時間が異なるために、情報の一貫性がもはや得られないからである。

【0055】位置の所望値データの送信中には、データ供給の厳密な時間的な一貫性（同時性）が必須である（図2を参照）。位置の所望値の有効性は、常に、全く特定の時点に関連している。例えば、時間 t_1 において、駆動装置Aは位置 a_1 にそして駆動装置Bは位置 b_1 に配置されるよう意図される。次の時間 t_2 において、即ち次のクロックにおいて、駆動装置Aは位置 a_2 にそして駆動装置Bは位置 b_2 に配置されるよう意図される。

【0056】例

ロータリ印刷機の2つの駆動装置A及びBは、ペーパーを 10 m/s の速度で印刷する異なる色の2つの印刷シリンダを駆動する。良質の多色印刷を形成するためには、2つの異なる色の印刷像が、常に、互いに正確に配置されねばならない。2つの駆動装置A及びBには、位置コントローラが設けられ、これらのコントローラは、共通のクロックにより、それらの位置制御を $250\text{ }\mu\text{s}$ のサイクル時間で厳密に同期して（即ち最大同期エラー $1\text{ }\mu\text{s}$ で同期して）実行する。ある制御サイクルから次の制御サイクルに、即ち $250\text{ }\mu\text{s}$ に、ペーパーは $250\text{ }\mu\text{m} = 2.5\text{ mm}$ だけ移動される。駆動装置Bが、時間 t_2 に、1制御サイクルだけ誤って遅延された位置の所望値を受け取る場合には、これは、それ自体、 2.5 mm の欠陥印刷像偏差を表す。

【0057】それ故、位置の所望値の送信は、常に、同期クロックと共に歩進しなければならない。それ故、所望値データの送信は、時間に同期して動作する駆動データネットワークに組み込まれねばならない。それ故、駆動データネットワークを経ての駆動制御手段間での所望値データの送信は、グローバルな同期クロックの送信と整合される。

【0058】駆動データネットワークに送信される所望値データは、高次のマスターシャフトの位置の所望値であるのが好ましい。これらのマスターシャフトは、必ずしも物理的な形態で存在せず、コンピュータの用語に過ぎない。従って、これらは、仮想マスターシャフトと称する。

【0059】マスターシャフトの位置の値は、種々の駆動装置グループの個々の駆動装置に対する所望値を計算する基礎となる。マスターシャフトの位置から、駆動制

御手段は、位置が特定のマスターシャフトに依存することが意図されたスレーブシャフト（即ち個々の駆動装置）の所望の位置を導出する。従って、種々の駆動装置グループの所望の駆動装置は、所定のマスターシャフトに依存することができ、マスターシャフトと正確に依存して動作することができる。

【0060】図3ないし9は、駆動データネットワーク10の種々の概念を示す。駆動データネットワークは、グローバルな同期クロックを駆動制御手段へエラーなく送信するように意図される。この場合にエラーがないことは、同期クロックが、時間とは個別の信号サンプリング又は可変信号伝播時間により生じるようなできるだけ小さい時間ジッタしかもたないことを意味する。

【0061】駆動データネットワークは、駆動制御手段の間で所望値データを同期して送信できるように意図される。各駆動制御手段は、駆動システムの他の全ての駆動制御手段に所望値データを送信することができねばならない。従って、所望の当事者間でデータを交換することができ且つ多数の当事者（マルチキャスト）又は全ての当事者（ブロードキャスト）へデータテレグラムを送信することのできる同期データ通信が必要とされる。

【0062】駆動データネットワークは、駆動システムにおける通信の骨格をなすので、その信頼性及び利便性には高度な要求が課せられる。特に、多数の駆動装置を有する大型の駆動システムにおいては、駆動データネットワークの冗長な設計が必要とされる。

【0063】次の概念が実施される。

A) クロック及びデータの共通の又は個別の送信：

A 1) 同じラインを経ての同期クロック及び所望値データの送信（図3及び4）

A 2) 個別のラインを経ての同期クロック及び所望値データの送信（図5及び6）

B) オプトエレクトロニクス又は電子的データ送信：

B 1) 好ましくはガラスファイバを経てのオプトエレクトロニクスの信号送信

B 2) 好ましくは同軸ケーブルを経ての電子的信号送信

C) 接続ラインのトポロジー：

C 1) 好ましくはガラスファイバに対するリング状の接続ライン（図3、5、7、8、9）

C 2) 好ましくは同軸ケーブルに対するバス状の接続ライン（図4、6）

C 3) 好ましくはガラスファイバに対する星型の接続ライン（図7、9）

D) 接続の冗長性：

D 1) 構造上の冗長性をもたない簡単な接続

D 2) 冗長な接続

【0064】図3は、駆動制御手段3のリング状接続をもつ駆動データネットワーク10を示しており、グローバルな同期クロック及び所望値データの両方がこれを経て送られる（図2の（a）参照）。この解決策は、ガラ

スファイバを経ての光学信号の送信に特に適している。この解決策の特定の利点は、ガラスファイバ接続が、電磁障害に不感なことである。

【0065】図4は、簡単なバス状の駆動データネットワーク10を有する変形を示す。この場合も、所望値データ及び同期クロックは、同じラインを経て送信される。この解決策は、同軸ケーブルを経ての電子信号の送信に特に適している。この解決策の特定の利点は、サンプリングエラーが低い（送信器と受信器との間の単一の信号サンプリング）ことにより同期精度が高いことである。

【0066】図5は、駆動データネットワークが第1の部分ネットワーク12と第2の部分ネットワーク13とで構成された変形を示す。同じデータ即ち所望値データ及び同期クロックが両方の部分ネットワークを経て送信される。リング状の構造により、この解決策も、ガラスファイバを経ての光学信号の送信に特に適している。この解決策の特定の利点は、電磁障害及びガラスファイバケーブルへのダメージにはば不感であるので、利用性が高いことである。2つの冗長の部分ネットワーク即ちリング12及び13における送信方向は、互いに逆であるのが好ましい。

【0067】各当事者（駆動制御手段3）は、常に、2つの逆向きのリングにデータを送信し、そして受信時に、2つのラインの一方を選択する。当事者が特定の短い時間インターバル中にリングラインを経てデータを受信しない場合には、エラーメッセージを出力し、第2のリングラインへと切り換わって受信を行う。一方のリングにおいて、データ送信は、時計方向に行われ、第2のリングにおいて、反時計方向に行われる。両方のガラスファイバリングが2つの当事者（駆動制御手段）間で切断されても、全ての当事者間のデータ通信は依然可能である。

【0068】図6は、2つのバス状の部分ネットワーク12及び13が設けられた更に別の変形を示す。この場合も、所望値データ及び同期クロックの両方が2つの部分ネットワークを経て送信される。冗長なバス構造のために、この解決策は、同軸ケーブルを経ての電子信号の送信に特に適している。この解決策の特定の利点は、サンプリングエラーが低く（送信器と受信器との間の単一の信号サンプリング）且つ1つのバスラインの欠陥を許容することにより利用性が高いので、同期精度が高いことである。

【0069】各当事者（駆動制御手段）は、常に、そのデータを両バスラインに送信し、そして受信時に、2つのバスラインの一方を選択する。当事者が特定の短い時間インターバル中に一方のバスラインを経てデータを受け取らない場合には、エラーメッセージを出力して、第2のバスラインへ切り換わり、受信を行う。一方のバスラインがダメージを受けた場合には、第2のバスライン

を経て妨げなくデータ送信を依然として行うことができる。

【0070】又、図5及び6に基づく部分ネットワーク12及び13の形態の二重ガイドラインは、所望値データ及び同期クロックを別々に送信するのにも使用できる（図2の（b1）及び（b2）も参照）。同期クロック及び所望値データを送信するための個別ラインの特定の利点は、グローバルな同期クロックに対して送信システムを特殊化し（信号形状、サンプリング、送信及び受信回路）、非常に僅かな同期エラーしか発生しないようにすることである。

【0071】図7には更に別の変形が示されている。この場合は、所望値データを送信するための部分ネットワーク13がリング状設計のものであり、一方、同期クロックを送信するためにグローバルな同期クロック発生器11への星型接続12が設けられる（図2の（b1）及び（b2）も参照）。同期クロックの星型送信の特定の利点は、サンプリングエラーが低い（送信器と受信器との間の単一の信号サンプリング）ために同期精度が高いことである。

【0072】更に、図8では、所望値データ及び同期クロックに適した部分ネットワークを冗長設計することができ。この解決策は、冗長性による高い利用性の利点と、同期クロック及び所望値データの個別送信による良好な同期精度の利点とを組み合わせるものである。

【0073】又、後者は、同期クロックの星型送信に対して実施されてもよい。この目的のために、同期クロック発生器11も冗長設計でなければならない（図9）。この解決策は、冗長性による高い利用性の利点と、同期クロック及び所望値データの個別送信による良好な同期精度の利点とを組み合わせるものである。

【0074】各駆動制御手段は、グローバルな同期クロックを発生するためのクロック発生器が設けられるのが好ましい。特定のロジックにより、グローバルな同期クロックを送信するときどの駆動制御手段が優先順位をもつか定められる。駆動データネットワークにあるそれより下位の全ての当事者は、送信された同期クロックを聴取し、そのクロック発生器は、いかなる同期クロックも送信しない。

【0075】優先順位の制御は、通常の場合に、特定の当事者が常にグローバルな同期クロックを送信するように行われるのが好ましい。第1ランクの当事者が欠陥となる（黙る）場合に、優先順位リストにランク2とプログラムされた別の特定の当事者がそれに取って代わる。この第2ランクの当事者が欠陥となる（黙る）場合には、第3の当事者がグローバルな同期クロックの送信を引き継ぎ、等々となる。

【0076】別の好ましい解決策は、優先順位リストを規則的にたどることに基づき、各々の場合に各当事者が特定の固定の時間中グローバルな同期クロックを送信

し、次いで、次の当事者へ引き継ぎ、その当事者が特定の固定の時間中同期クロックを送信し、等々となる。優先順位リストの最後の当事者がグローバルな同期クロックを特定の固定の時間中送信した後に、第1ランクの当事者がクロックの送信をもう一度引き継ぎ、等々となる。

【0077】特殊な場合には、グローバルな同期クロックのクロック発生器は、特殊なステーションにおいて駆動制御手段の外部に配置することができる。これは、1つ又は2つのクロック発生器に限定されるコスト効率のよい解決策の場合に特に適している。この場合に、駆動制御手段は、グローバルなクロックのための専用クロック発生器を設ける必要がない。

【0078】グローバルな同期クロック T_c は、SERCOS規格に基づいて実施されるのが好ましい(図2の(a))。クロック周期は、好ましくは、 $62\mu s$ 、 $125\mu s$ 、 $250\mu s$ 、 $500\mu s$ 、 $1ms$ 、 $2ms$ 、 $3ms$ 、 \dots 、 $63ms$ 、 $64ms$ 又は $65ms$ である。数msのサイクル時間(デジタル駆動システムの高速度処理時間及びデータ送信時間に基づいて測定された)は、比較的長い時間インターバルである。

【0079】データ送信サイクル中に個々の駆動制御手段の時間的なドリフト(ローカルクロック発生器/クリスタルの不正確さによる)を減少するために、短い時間インターバルの付加的な二次的クロックにより駆動データネットワークのグローバルな同期を改善することが適当である。

【0080】それ故、グローバルな同期クロック T_c は、メインクロック T_m と、下位の二次的クロック T_s より成るクロックハイアラキーによって実施されるのが好ましい(図10を参照)。

【0081】2段のクロックハイアラキーは、例えば、 $4ms$ の固定インターバルで送信されるメインクロック T_m と、各々の場合に $250\mu s$ の固定時間インターバルで2つのメインクロック間に送信される15個の二次的クロック T_s とで構成される。しかしながら、多段クロックハイアラキー(3段、4段 \dots)を使用することもできる。

【0082】駆動データネットワークを経ての所望値データ($S_1 \dots S_s$)の送信は、時間制御のもとで、各当事者ごとに固定の送信時間窓を用いて繰り返し行われるのが好ましい(時分割多重アクセス)(図2及び10を参照)。

【0083】時間制御は、グローバルな同期クロック T_c によって与えられる。駆動データネットワーク内の全ての駆動制御手段に送信の機会が与えられるデータ送信サイクルは、例えば、SERCOS規格のサイクル時間に依存し、そして $1ms$ 程度の大きさであるのが好ましい。各駆動制御手段(各当事者の)は、各送信サイクルに1つ以上の時間窓を有し、この窓において、そのテレ

グラム及びそこに含まれた所望値データを送信することができる。

【0084】時間制御されるデータ送信は、所望値データの連続的データ流を、グローバルな同期クロックと常に歩調を合わせて送信しなければならないという要求に適合する。従って、時分割多重アクセスを用いた時間制御される繰り返しデータ送信は、メインクロック T_m 及び二次クロック T_s より成るグローバルな同期クロックに対するクロックハイアラキーの使用と組み合わせるのが好ましい。

【0085】駆動データネットワークを経ての所望値データ送信、駆動制御手段における所望値の計算、駆動バスにおける所望値データ送信、及び駆動装置の制御は、同期状態で繰り返し行われる(パイプラインを用いて)のが好ましい。

【0086】全駆動システムは、繰り返し且つ同期状態で動作する。これは、駆動データネットワークを経ての上位のデータ送信、個々の駆動装置グループの駆動制御手段における所望値計算、個々の駆動装置グループの駆動バスにおけるデータ送信、及び個々の駆動装置の駆動コントローラにおける制御プロセスに適用される。所望値計算及び所望値送信の段階は、パイプラインを用いて実行され、その際に、グローバルなクロックを経て同期される(図11及び12を参照)。

【0087】各個々の機能的ユニットは、その機能を繰り返し実行する。駆動データネットワークにおけるデータ送信、個々の駆動制御手段における所望値の計算、個々の駆動バスにおけるデータ送信、及び個々の駆動装置における位置制御は、各々の場合に繰り返し実行され、そしてシステム規模の同期クロックにより互いに同期される(歩調合わせされる)。

【0088】1段マスターシャフトハイアラキーに対する所望値計算及び所望値データ送信のステップを以下に規定する(図11)。

(a) 駆動制御手段におけるマスターシャフト所望値の計算

(b) 駆動データネットワークを経てのマスターシャフト所望値のデータ送信

(c) 駆動制御手段におけるスレーブシャフト所望値の計算

(d) 駆動バスを経てのスレーブシャフト所望値のデータ送信

(e) 個々の駆動装置における位置制御の実行

この場合のステップ(d)及び(e)は、最初に述べたSERCOS規格に基づく駆動バスを有する駆動システムにおける既知の手順に対応する。

【0089】2段マスターシャフトハイアラキーの場合には、それに応じてシーケンスが拡張される。2段マスターシャフトハイアラキーに対する所望値計算及びデータ送信のステップを以下に規定する(図12)。

10

20

30

40

50

(a) 駆動制御手段におけるメインマスターシャフト所望値の計算

(b) 駆動データネットワークを経てのメインマスターシャフト所望値のデータ送信

(c) 駆動制御手段におけるマスターシャフト所望値の計算

(d) 駆動データネットワークを経てのマスターシャフト所望値のデータ送信

(e) 駆動制御手段におけるスレーブシャフト所望値の計算

(f) 駆動バスを経てのスレーブシャフト所望値のデータ送信

(g) 個々の駆動装置における位置制御の実行
この場合も、ステップ(f)及び(g)は、SERCOS規格に基づく駆動バスを有する駆動システムにおける既知の手順に対応する。

【0090】好ましい場合において、駆動データネットワークにおけるデータ送信、駆動制御手段における所望値の計算、及び駆動バスにおけるデータ送信のサイクル時間は、同一である。

【0091】駆動制御手段及び駆動データネットワークにおける個々の処理及びデータ送信ステップに対するサイクル時間は、好ましくは、SERCOS規格のサイクル時間に一致され、それ故、1ms程度(約100μsないし約10ms)であるのが好ましい。

【0092】駆動コントローラのサイクル時間は、好ましくは駆動バスにおけるデータ送信のサイクル時間より短いことが知られている。この短いサイクル時間により、駆動コントローラは、優れた制御ダイナミック特性及び優れた動的制御精度を有する。個々の駆動コントローラにおける処理サイクルは、通常、250μsの範囲である。

【0093】それ故、駆動コントローラは、良く知られたように、駆動制御手段により予め定められた所望値の補間を実行し、制御のための中間値を得る。例えば、所望値送信のサイクル時間が1msであって、駆動コントローラにおける位置制御のサイクル時間が250μsであるとする、各々の場合に、位置所望値の3つの中間値が駆動コントローラにおいて補間によって決定される。

【0094】駆動システムにおける機能の実行中に、個々の機能ユニット、即ち駆動制御手段、駆動データネットワーク、駆動バス及び駆動コントローラは、各々の場合に特定のデータセットのデータに対して動作する。従って、1つのデータセットのデータは、予め定められた同期クロックに基づきパイプラインを通してステップごとにシフトされる。

【0095】1段のマスターシャフトハイアラキーを有する例(図11):クロックサイクル1(図11の

(a))において、駆動制御手段Aは、データセットD

1のマスターシャフト所望値を計算する。クロックサイクル2(図11の(b))において、データセットD1のマスターシャフト所望値は、駆動データネットワークを経て送信される。クロックサイクル3(図11の

(c))において、駆動制御手段A、B及びCは、供給されたマスターシャフト所望値から、データセットD1の対応するスレーブシャフト所望値を計算する。クロックサイクル4(図11の(d))において、データセットD1のスレーブシャフト所望値は、駆動バスを経て送信される。

【0096】所望値が駆動コントローラへ付与されるまでパイプラインを通過する時間は、例えば、1段のマスターシャフトハイアラキーの場合には、4つのサイクル時間であり(図11)、そして2段のマスターシャフトハイアラキーの場合には、6つのサイクル時間である(図12)。

【0097】機能的ユニットは、クロックサイクルからクロックサイクルへ、次々のデータセットを処理する。例えば(図11)、駆動データネットワークは、サイクル2において、データセットD1のマスターシャフト所望値を送信し、そして次のサイクル3において、データセットD2のマスターシャフト所望値を送信する。

【0098】ある時点で、即ち1つのサイクルにおいて、パイプラインの種々の機能ユニットは、異なるデータセットに対して動作する。例えば(図11)、クロックサイクル4(図11の(d))において、駆動制御手段Aは、データセットD4のマスターシャフト所望値を計算し、駆動データネットワークは、データセットD3のマスターシャフト所望値を送信し、駆動制御手段A、B、Cは、データセットD2のスレーブシャフト所望値を計算し、そしてデータセットD1のスレーブシャフト所望値が駆動バスを経て送信される。

【0099】この例から、駆動制御手段は、パイプラインの種々の段階からのタスク、即ちマスターシャフト所望値及びスレーブシャフト所望値の計算を1つのサイクルで実行できることが明らかである。

【0100】例えば(図11)、駆動制御手段Aは、サイクル4(図11の(d))において、データセットD4のマスターシャフト所望値及びデータセットD2のスレーブシャフト所望値を計算する。

【0101】ある環境のもとでは、各々の場合に複数のステップを1つの処理ステップに結合することによりパイプラインにおける所望値計算及び所望値データ送信の特定のステップシーケンスを単純化しそして短縮するのが適当である。

【0102】従って、各々の場合に、所望値計算及び所望値送信(1つのハイアラキー平面の)を融合してパイプラインにおける1つの処理ステップを形成するのが効果的である。従って、例えば、2段のマスターシャフトハイアラキーの場合に(図12)、ステップ(a)と

(b)を結合してステップIを形成し、ステップ(c)と(d)を結合してステップIIを形成し、そしてステップ(e)と(f)を結合してステップIIIを形成することができる。

【0103】このようにして、パイプラインにおける個々の処理ステップは、更に包括的となり、パイプラインにおける処理ステップの数が減少される。駆動制御手段においてマスターシャフト位置及びスレーブシャフト位置を計算する間に、及び駆動データネットワーク及び駆動バスを経てデータを送信する間に、個々の駆動装置に

10 対する所望値データの時間一貫性(同時性)が確保される(図11参照)。

【0104】駆動システムが正しく機能するためには、その位置が共通のマスターシャフト(又はメインマスターシャフト)に依存する全ての駆動装置が、それらの所望値データを同期して(同時に歩調を合わせて同じサイクルで)受け取るのが必須である。

【0105】同期状態で動作される駆動装置に所望値データを供給する時間一貫性は、常に維持されねばならない。時間一貫性とは、同期状態で動作される全ての駆動装置が特定のデータセットのデータを同時に即ち同じサイクルに受け取

20 取することを意味する。

【0106】図11の例では、個々の駆動コントローラが、データセットD1のスレーブシャフト所望値をサイクル5に受け取り、データセットD2のスレーブシャフト所望値をサイクル6に受け取り、等々となる。厳密な時間一貫性の要求から、パイプラインの固定リズムが常に一貫して観察されねばならないことになる。

【0107】所望値データを供給する時間一貫性は、例えば、(仮想)マスターシャフトに直接依存する個々の駆動装置の所望値データを、同じマスターシャフトに依存する他の全ての駆動装置(スレーブシャフト)の所望値データと同時に即ち同じサイクルに駆動装置に供給すべきであることを意味する。

【0108】(仮想)マスターシャフトに直接依存する駆動装置の場合、スレーブシャフト所望値の計算は必要でないが、所望値データをこの駆動装置に早めに(直ちに)供給するのは適当でない。というのは、時間的な非一貫性を招くからである。従って、1段のマスターシャフトハイアラキーの場合に、(仮想)マスターシャフトに直接依存する駆動装置のデータセットD1の所望値データは、同じマスターシャフトに依存する他の駆動装置(スレーブシャフト)の所望値データと歩調を合わせてサイクル4のみにおいて駆動バスを経て供給されねばならない。データセットD1の所望値データが、(仮想)マスターシャフトに直接依存する駆動装置に、例えばサイクル2において、早めに供給されると、エラーとなる。

【0109】(仮想)メインマスターシャフトに直接依存する個々の駆動装置に対する多段マスターシャフトハ

イアラキーの場合にも同じことが言える(図12)。メインマスターシャフトに直接依存する駆動装置に対してマスターシャフト所望値及びスレーブシャフト所望値の計算は不要であるが、駆動バスを経てこの駆動装置へ所望値データを供給することは適当でない。

【0110】2段のマスターシャフトハイアラキーの場合に(図12)、(仮想)メインマスターシャフトに直接依存する駆動装置のデータセットD1の所望値は、同じメインマスターシャフトに依存する他の全ての駆動装置(スレーブシャフト)の所望値と歩調を合わせて即ちサイクル6において駆動バスを経て駆動装置へ供給されねばならない。

【0111】又、所望値データを個々の駆動装置に供給する時間一貫性の要求が、常に、所望値データ送信に対して遵守されねばならない。例えば(図11)、駆動制御手段A、B及びCは、データセットD1のスレーブシャフト所望値をサイクル3において計算する。スレーブシャフト所望値D1は、マスターシャフト所望値D1から計算される。

【0112】マスターシャフト所望値は、駆動制御手段Aにおいて計算されるので、駆動制御手段Aは、スレーブシャフト所望値D1をサイクル2において予め計算することができる。マスターシャフト所望値をAからAへ駆動データネットワークを経てデータ送信することは、明らかに不要である。

【0113】しかしながら、駆動制御手段AにおいてデータセットD1に属するスレーブシャフト所望値を早期に計算することは、駆動制御手段B及びCにおいてデータセットD1のスレーブシャフト所望値を計算する(サイクル3でしか行えない)こととの時間的な非一貫性を招くことになる。

【0114】それ故、データの時間一貫性の理由で、スレーブシャフト所望値の計算を駆動制御手段Aにおいて歩調を合わせて即ち駆動制御手段B及びCと厳密に同じサイクルにおいて実行するのが適当であるが、駆動データネットワークを経ての(AからAへの)データ送信が不要であるので、マスターシャフト所望値は駆動制御手段Aにおいて1サイクル手前に既に得られる。

【0115】駆動制御手段は、好ましくは、(仮想)メインマスターシャフト及び(仮想)マスターシャフトに対する位置の所望値を計算し、そしてマスターシャフト位置からスレーブシャフトの位置を計算する。マスターシャフトの位置所望値の計算は、好ましくは、機能的ユニットの上位制御により送られる積分速度所望値によって行われる(マスターシャフト位置=マスターシャフト速度の積分値)。

【0116】このように、仮想(実際には物理的に存在しない)マスターシャフトの位置が計算される。この形式の仮想マスターシャフトは、位置送信器の機械的な不正確さ及び測定エラー並びに信号のノイズ問題が回避さ

れるという利点を有する。駆動制御手段によりマスターシャフト位置を計算する利点は、予めの定義、通常は、所望のマスターシャフト速度が、機能的ユニットの上位制御により与えられることにある。

【0117】又、マスターシャフトの位置は、(特殊な場合に)機械的シャフトに取り付けられてそのシャフトの位置を送信する位置送信器により供給することもできる。印刷技術における機械的なマスターシャフトの例が、最初に述べた文書DE 4 2 1 4 3 9 4 A 1に示されている。この文書では、個々に駆動される印刷シリンダ(スレーブシャフト)の位置が、折り装置のシャフト(マスターシャフト)の位置に直接依存する。

【0118】(仮想)マスターシャフトの位置からスレーブシャフトの位置を導出することは、位置修正値又は速度修正値を考慮に入れるのが好ましい。個々の駆動装置に対するスレーブシャフト所望値の計算は、最も簡単な場合には、マスターシャフト所望値と、個々の駆動装置に対して特定の位置修正値とを加算することより成る(スレーブシャフト位置=マスターシャフト位置+位置修正値)。

【0119】個々の駆動装置に対する所望位置の修正値は、この場合に、上位制御器により駆動制御手段に送信される。このとき、スレーブシャフトの位置は、(仮想)マスターシャフトの位置から予め定められた位置修正値だけずれる。又、位置の修正値は、速度値(速度修正値)を積分することにより形成することもできる。この場合に、スレーブシャフトの速度は、(仮想)マスターシャフトの速度から所定の速度修正値だけずれる(スレーブシャフト速度=マスターシャフト速度+速度修正値)。

【0120】速度修正値は、スレーブシャフトの速度修正値がマスターシャフトの速度に比例するように選択されるのが好ましい。スレーブシャフトの速度修正値は、この場合に、マスターシャフト速度に伝達比(ギア伝達係数)を乗算することにより計算される(速度修正値=マスターシャフト速度*ギア伝達比)。

【0121】ギア伝達係数は、2つの整数を除算することにより形成された有理数(2つの歯車の歯の比)であって、ギア伝達の伝達比を表す。このように、機械的なギア伝達の関数(差動的ギア伝達)が模擬される。

【0122】1つ以上の(仮想)マスターシャフトの位置が(仮想)メインマスターシャフトに依存するようなマスターシャフトのハイアラキーが存在する。ある時点において、複数の(仮想)マスターシャフト及び複数の(仮想)メインマスターシャフトが同時に存在することが考えられる。

【0123】1つの駆動システムにおいて、ある時点に複数の(仮想)マスターシャフトがある場合に、1つのマスターシャフトは、種々の駆動装置グループに属する多数の個々の駆動装置に対して位置基準を供給する。1

つの駆動システムにおいて、(仮想)マスターシャフトのハイアラキーが存在する。例えば、(仮想)メインマスターシャフト及び(仮想)マスターシャフトが存在し、複数のマスターシャフトの位置がメインマスターシャフトの位置から導出される。ある時点に、複数のメインマスターシャフトが存在する。この場合に、各メインマスターシャフトは、多数のマスターシャフトに対する位置基準を供給する。

【0124】又、多段マスターシャフトハイアラキー(3段、4段・・・)を使用することも考えられる。マスターシャフト(及びメインマスターシャフト)を予め定義しそして個々の駆動装置をマスターシャフトに依存させることは、工業用生産プラントにおいて融通性をもって生産量を変える要求に基づき、動的に行うことができる。

【0125】生産グループを融通性のある仕方で形成することができ、これらグループは、1つ以上の駆動装置グループを形成する複数の駆動装置を含み、これらは、正確に同期して動作しそしてその際に(仮想)マスターシャフトの位置に依存することができる。生産グループのハイアラキーも存在し、複数の生産グループが1つの生産メイングループに属し、そして(仮想)マスターシャフトの位置が(仮想)メインマスターシャフトの位置に依存する。

【0126】ある時点において駆動システムには複数の生産グループ及び複数の生産メイングループが同時に存在する。多数の個々の駆動装置を生産運転の時間中に一緒に接続し、個々の駆動装置がその生産運転の時間中に所定の(仮想)マスターシャフトに依存するという点で生産グループを形成することができる。生産運転が完了した後、個々の駆動装置は、新たな及び他の構成の生産グループに組み込むことができる。

【0127】ある時点に駆動システムに複数の生産グループが存在し得る。各生産グループは、その位置が特定の(仮想)マスターシャフトに依存する多数の駆動装置を含む。複数の生産グループを生産運転の時間中に一緒に接続し、生産グループのマスターシャフトが生産運転の時間中に所定の(仮想)メインマスターシャフトに依存するという点で生産メイングループを形成することができる。生産運転の終了後に、メインシャフト及び個々の駆動装置は、新たな及び異なる構成の生産メイングループ及び生産グループに組み込むことができる。

【0128】ある時点に駆動システムに複数の生産メイングループが存在し得る。各生産メイングループは、その位置が特定の(仮想)メインマスターシャフトに依存する多数の(仮想)マスターシャフトを含む。又、生産グループの多段ハイアラキー(3段、4段・・・)を使用することもできる。生産グループ及び生産メイングループの形成は可変であり、各場合に、特定の時間中、例えば、特定の生産運転時間中に行われる。

【0129】例：新聞印刷機において、特定の生産量（版）の同一の新聞商品（新聞発行物）が1つの生産運転において生産される。新聞発行物は、特定の範囲（ページ数）、及び個々のページの特定の色を有する。異なる新聞発行物は、異なる範囲、及び異なる色の個々のページをもつことができる。新聞は、複数のペーパーウェブを印刷することにより形成される。ペーパーウェブの数は、各新聞発行物の範囲（ページ数）に基づく。

【0130】各ペーパーウェブは、複数の印刷シリンダによって印刷される。印刷シリンダの数、使用する印刷シリンダ及びそれらのシーケンスは、各ペーパーウェブの前面及び後面に配置される新聞ページの色に基づく。印刷後に、ペーパーウェブは、一緒に導かれ、折り装置において折られて切断され、新聞が出来上がる。ここに示す例では、各個々の印刷シリンダは、専用の駆動装置によって動かされる。印刷ユニットは、各々の場合に6個の印刷シリンダを専用の駆動装置と共に備えている。1つの印刷ユニットの駆動装置は、駆動装置グループを形成する（共通の駆動バス及び共通の駆動制御手段と共に）。折り装置は、2つの折りシリンダを含む。折り装置の駆動装置は、専用の駆動グループを形成する（共通の駆動バス及び共通の駆動制御手段と共に）。

【0131】生産運転P1において、生産量100、000部の新聞発行物Z1が生産される。新聞発行物Z1は、2枚のペーパーウェブを印刷することにより形成される。ペーパーウェブB1は、8個の印刷シリンダによって印刷され、各々の場合に4つの印刷シリンダがペーパーの各面に異なるカラーを有する（4/4）。ペーパーウェブB2は、ウェブの前面に2つと後面に2つの4つの印刷シリンダにより印刷される（2/2）。印刷の後に、ペーパーウェブは互いに一致するように上下に導かれ、そして折り装置において折られて切断される。折り装置は、2つの折りシリンダを含む。

【0132】生産運転P1の時間中に、生産に含まれる全14個の駆動装置は、1つの生産メイングループに属する。生産メイングループは、2つの生産グループを含む。ウェブB1に作用する8個の駆動装置が1つの生産グループを形成する。ウェブB2に作用する4つの駆動装置は、第2の生産グループを形成する。折り装置の2つの駆動装置は、生産メイングループに直接属する。

【0133】（仮想）メインマスターシートの位置は、所望の生産速度から積分により計算される。個々のウェブに対する（仮想）メインシャフトの位置は、メインマスターシャフトの位置から導出される。スレーブシャフト、即ちウェブに作用する個々の印刷シリンダの駆動装置の位置は、1つのウェブに対するマスターシャフトの位置から導出される。

【0134】生産運転中に、1つのペーパーウェブの位置を他のペーパーウェブに対して（搬送方向に）シフトし、ペーパーウェブが互いに上下に一致するようにするために

は、適当な生産グループのマスターシャフトの位置修正値を変更するだけでよい。

【0135】生産運転中に、印刷シリンダの印刷像の位置を、同じウェブに作用する他の印刷シリンダに対して（搬送方向に）変更するためには、適当な駆動装置（スレーブシャフト）の位置修正値が適当に変更される。

【0136】生産運転P1と同時に、新聞印刷機において、異なる範囲、異なる色及び異なる版レベルをもつ別の新聞発行物Z2を、P1で必要とされない印刷シリンダを用いて、生産運転P2において印刷することができる。生産運転P1が完了した後に、別の新聞発行物Z3が更に別の生産運転P3において印刷される。

【0137】生産プラントにおける設定動作、例えば、印刷ユニットにペーパーウェブを通す動作に対し、適当な生産グループを駆動システムにおいて一時的に形成することもできる。生産グループの形成は、運転中にマスターシャフトに対するスレーブシャフトの指定を変更できるという点で動的である。

【0138】上記技術に鑑み、本発明の種々の変更や修正が明らかとなろう。それ故、特許請求の範囲内で、本発明を上記とは異なる仕方でも実施できることを理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による駆動システムのブロック図である。

【図2】同期クロック及び所望値データの種々の形式の送信を示す図である。

【図3】駆動ネットワークのトポロジーを示す図である。

【図4】駆動ネットワークの別のトポロジーを示す図である。

【図5】駆動ネットワークの更に別のトポロジーを示す図である。

【図6】駆動ネットワークの更に別のトポロジーを示す図である。

【図7】駆動ネットワークの更に別のトポロジーを示す図である。

【図8】駆動ネットワークの更に別のトポロジーを示す図である。

【図9】駆動ネットワークの更に別のトポロジーを示す図である。

【図10】同期クロックをメインクロック及び複数の二次的なクロックに細分化するところを示す図である。

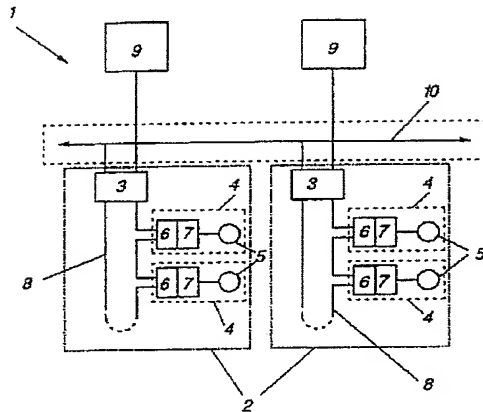
【図11】1段のマスターシャフトハイアラキーの場合のデータセットの処理の時間シーケンスを伴う図である。

【図12】2段のマスターシャフトハイアラキーの場合のデータセットの処理の時間シーケンスを伴う図である。

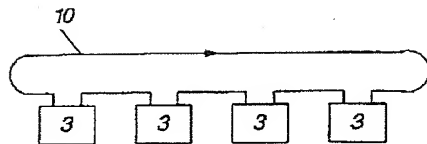
【符号の説明】

- 1 駆動システム
- 2 駆動装置グループ
- 3 駆動制御手段
- 4 駆動装置
- 5 モータ
- 6 駆動コントローラ
- 7 電力用電子回路
- 8 駆動バス
- 9 制御ユニット
- 10 駆動データネットワーク

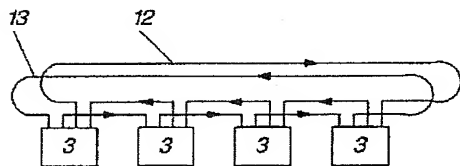
【図1】



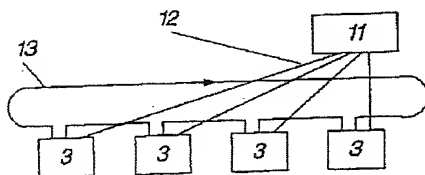
【図3】



【図5】



【図7】



- * 11 同期クロック発生器

- 12 部分ネットワーク1

- 13 部分ネットワーク2

- $S_1 \dots S_N$ 所望値データ

- T_G グローバルな同期クロック

- T_L ローカル同期クロック

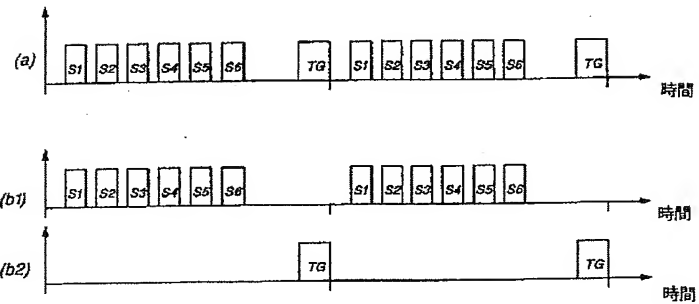
- T_{GL} グローバルな同期メインクロック

- T_{GL} グローバルな同期二次クロック

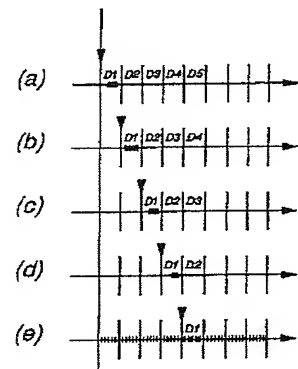
- $D_1 \dots D_i$ データセット

* 10

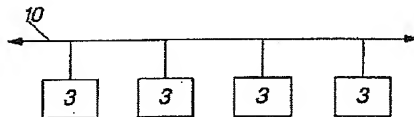
【図2】



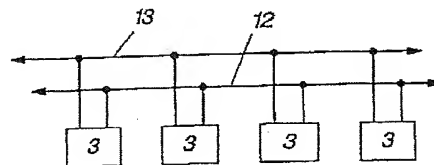
【図11】



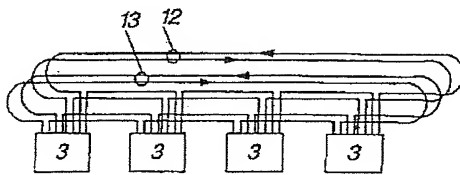
【図4】



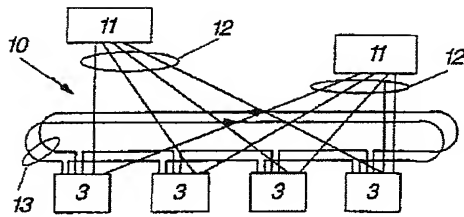
【図6】



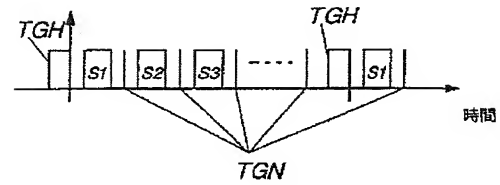
【図8】



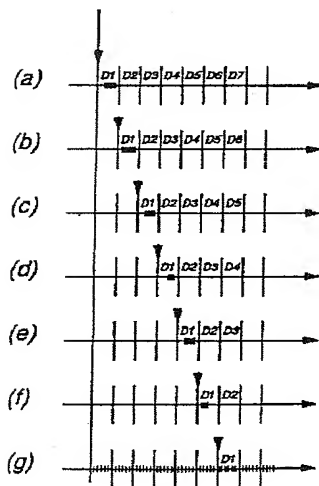
【図9】



【図10】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 フランツ フラー
 スイス ツェーハー5442 フィズリスバッ
 ハ ヒルティーベルクシュトラーセ 26

(72)発明者 ラインホルト ギュート
 スイス ツェーハー5452 オーベロールド
 ルフフッテンペーターシュトラーセ 16